

**ANALISIS DAMPAK PENYAMBUNGAN KABEL SERAT OPTIK
PADA PT. TELKOM DIVISI INFRATEL
AREA NETWORK RIAU DARATAN
RUAS RENGAT-KEMUNING TUA**

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada Jurusan Teknik Elektro

Oleh :

ASRI ANIS
10355023138



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU
PEKANBARU
2010**

**ANALISIS DAMPAK PENYAMBUNGAN KABEL SERAT OPTIK
PADA PT. TELKOM DIVISI INFRATEL
AREA NETWORK RIAU DARATAN
RUAS RENGAT-KEMUNING TUA**

**ASRI ANIS
NIM : 10355023138**

Tanggal Sidang : 21 Juni 2010
Periode Wisuda : Oktober 2010

Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
Jl. Soebrantas No. 155 Pekanbaru

ABSTRAK

Sistem Komunikasi Serat Optik (SKSO) merupakan sistem komunikasi yang dalam pengiriman sinyal menggunakan sumber optik, dan detektor optik, yang dipancarkan melalui media serat optik. Tugas akhir ini menganalisis dampak dari penyambungan kabel serat optik pada PT. Telkom divisi infratel *area network* Riau daratan ruas Rengat-Kemuning Tua. Jenis kabel yang digunakan adalah kabel serat optik *direct buried cable* (kabel serat optik ditanam langsung) sedangkan tipe kabelnya adalah tipe G-655. Pada kabel serat optik, kemungkinan putusnya kabel dapat terjadi, salah satunya disebabkan galian alat berat. Dalam jaringan kabel, titik optik yang rawan gangguan terletak pada titik sambung. Jika terjadi putus maka dilakukan penyambungan pada kabel serat optik. Alat yang digunakan untuk melakukan penyambungan adalah *splicer*, yang melakukan penyambungan dengan teknik *fusion*, yaitu dengan meleburkan kedua *core* dan menyambungkannya. Untuk melakukan penyambungan harus mengikuti langkah-langkah dan prosedur yang ada, setiap penyambungan dilakukan akan menimbulkan *loss*. *Loss* ini akan menambah total *loss* dari awal bangun. Jika total *loss* telah mencapai batas yang telah ditentukan sebesar 37,7721 dB, maka kabel serat optik tidak bisa beroperasi secara normal. Setelah dilakukan pengukuran dan analisis data pada penelitian ini, diperoleh total *loss* setelah penyambungan pertama 34,22441 dB, kedua 34,70541 dB, ketiga 35,05841 dB, keempat 35,46141 dB dan kelima 35,8641 dB. Jadi, total *loss* kabel serat optik ruas Rengat – Kemuning Tua masih dalam batasan yang telah ditentukan dan masih dapat beroperasi secara normal.

Kata Kunci : *SKSO, Splicer, Total Loss*

**ANALYSIS OF THE IMPACT OF FIBER OPTIC CABLE CONNECTING
ON PT. TELECOMS DIVISION INFRATEL
RIAU MAINLAND AREA NETWORK
RENGAT JOINT OLD MYRTLE**

ASRI ANIS
NIM : 10355023138

Date of Final Exaam : June 21th, 2010
Graduation Ceremony Period : October , 2010

*Electrical Engineering Department
Faculty of Science and Technology
The State Islamic University of Sultan Sharif Kasim Riau
Soebrantas Street No. 155 Pekanbaru*

ABSTRACT

Optical fiber communication system is a system of communication in the transmission of signals using an optical source and optical detector, which is transmitted through optical fiber media. This final project analyzing the impact of fiber optic cable connections in the Network Division PT.Telkom Infratel Riau mainland along Myrtle Rengat Tua. Type of cable used is Buried optical fiber cable directly, while the cable type is the type of G-655. In fiber-optic cable, cable rupture may occur, one of which led to heavy excavation equipment. On cable networks, which are vulnerable to interference optics point located at the points of contacts. If there are broken then do the connection to the fiber optic cable. The tools used for grafting is splicer, which makes the connection with fosion technique, ie with both cores melt and dial. To make a connection must follow the steps and procedures that exist, each connection that is made will cause the loss. This loss will add to the total loss from start to wake up. If the total loss has reached a predetermined limit at 37.7721 dB, fiber-optic cable can not operate normally. After making measurements and data analysis in this study, obtained a total loss after the first grafting 34.22441 dB, both dB 34.70541, 35.05841 dB third, fourth and fifth 35.46141 35.8641 dB dB. Thus, the total loss of optical fiber cable segment Myrtle Rengat-old is still in the defined limits and still be able to operate normally

Keywords: *Optical fiber communication systems, Splicer, Total Loss*

DAFTAR ISI

	Halaman
Lembar Persetujuan	ii
Lembar Pengesahan	iii
Lembar Hak Kekayaan Intelektual	iv
Lembar Pernyataan	v
Lembar Persembahan	vi
Abstrak.....	vii
<i>Abstract</i>.....	viii
Kata Pengantar	ix
Daftar Isi.....	xi
Daftar Gambar	xiii
Daftar Tabel	xv
Daftar Lampiran	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar belakang.....	I-1
1.2 Rumusan masalah	I-2
1.3 Batasan masalah.....	I-2
1.4 Tujuan	I-3
1.5 Metode penelitian.....	I-3
1.6 Sistematika penulisan.....	I-3
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Pendahuluan.....	II-1
2.2 Sejarah perkembangan teknologi serat optik.....	II-1
2.3 Struktur serat optik	II-4
2.4 Jenis – jenis serat optik.....	II-6
2.5 Sistem komunikasi serat optik.....	II-10

2.6	Sistem komunikasi serat optik ruas Rengat-Kemuning Tua	II-11
2.7	Perambatan cahaya pada serat optik	II-11
2.8	Jenis kabel serat optik	II-13
2.9	Pelemahan (<i>Attenuation</i>)	II-17
2.10	Penyambungan (<i>Splicing</i>)	II-17
2.11	Rugi-rugi daya serat optik (<i>loss</i> serat optik)	II-20
2.12	OTDR (<i>Optical time domain reflectometer</i>)	II-21

BAB III PENYAMBUNGAN KABEL SERAT OPTIK

3.1	Peralatan dan bahan yang digunakan	III-1
3.2	Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam <i>splicing</i>	III-4
3.3	Langkah – langkah instalasi	III-5
3.4	Langkah – langkah <i>splicing</i>	III-8
3.5	Kualitas penyambungan	III-11

BAB IV ANALISIS DATA

4.1	Jaringan transmisi Rengat-Kemuning tua	IV-1
4.2	Hasil perhitungan kabel serat optik pada saat awal bangun	IV-1
4.3	Hasil pengukuran dan perhitungan kabel sambung ..	IV-5
4.3.1	Rata-rata <i>loss</i> setiap penyambungan	IV-6
4.3.2	<i>Loss</i> total penyambungan	IV-8

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan	V-1
5.2	Saran	V-1

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

LAMPIRAN

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi dari tahun ketahun menimbulkan perubahan diberbagai bidang pada umumnya dan perubahan dibidang telekomunikasi pada khususnya. Pesatnya perkembangan arus informasi dan komputerisasi dapat diartikan sebagai berkembangnya permintaan terhadap komunikasi data. Dimasa lalulintas komunikasi data dilayani oleh kabel tembaga, saat ini berkembang pesat teknologi serat optik sebagai alternatif penggantinya (Nugraha, 2006).

Sejak penemuannya, serat optik menjadi bagian yang sangat penting dalam komunikasi modern. Untuk beberapa tahun mendatang, serat optik akan menggantikan tembaga sebagai standar komunikasi. Dengan daya 20 dB/km, serat optik menjadi metode yang dapat dikerjakan dengan mudah untuk pengiriman data. Laju pengiriman data berkecepatan tinggi dari serat optik dapat menggantikan peranan kawat tembaga dan menjadi standar baru pengiriman data (Nugraha, 2006).

Telah diketahui teknologi komunikasi terus berkembang dengan pesat. Dengan demikian pemanfaatan serat optik pada sistem komunikasi data akan memberikan nilai tambah dari suatu teknologi handal yang berkapasitas kanal yang besar, kecepatan tinggi, penerimaan data yang akurat, teliti, dapat dipercaya dan terjamin kerahasiaannya.

Teknologi komunikasi serat optik telah membuka kemungkinan baru dalam sistem telekomunikasi. Penggunaan Sistem Komunikasi Serat Optik (SKSO) sangat menguntungkan dari pada penggunaan kabel tembaga konvensional. Kabel serat optik merupakan suatu media transmisi yang dapat mengkonversikan besaran-basaran listrik menjadi besaran-basaran cahaya yang akan ditransmisikan dari *transmitter* (Tx) ke *receiver* (Rx) pada jarak yang berjauhan.

Pada kabel serat optik, kemungkinan putusnya kabel dapat terjadi. Dalam jaringan kabel, titik optik yang rawan gangguan terletak pada titik sambung. Dengan demikian penyambungan kabel serat optik harus mengikuti prosedur yang sesuai dengan petunjuk pelaksanaannya. Dalam penyambungan kabel, pasti memiliki dampak dari penyambungan. Apalagi bila dilakukan penyambungan tipe kabel yang berbeda, maka akan terlihat lebih jelas dampak yang terjadi dari penyambungan kabel tersebut.

Pada penelitian sebelumnya dibahas tentang analisis dampak penyambungan kabel serat optik yakni pada saat awal bangun pada PT. Telkom *Area Network* Palembang. Sedangkan pada penelitian ini akan dianalisis dampak dari penyambungan kabel serat optik setelah awal bangun pada PT. Telkom divisi Infratel *Area Network* Riau Daratan (Ridar) Ruas Rengat – Kemuning Tua.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam tugas akhir ini adalah menganalisis dampak penyambungan kabel serat optik pada atenuasi dan *loss* serat optik.

1.3 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini pembahasan dibatasi pada hal-hal sebagai berikut

1. Melakukan pengukuran pada parameter serat optik, seperti atenuasi dan *loss* total kabel serat optik.
2. Menganalisis dampak yang terjadi dari penyambungan kabel serat optik *single mode*
3. Perangkat yang digunakan adalah OTDR (*Optikal Time Domain Reflectometer*) sebagai alat ukur pada serat optik.
4. Penelitian ini hanya dibatasi pada ruas Rengat – Kemuning Tua

1.4 Tujuan Penulisan

Dapat menentukan dampak yang terjadi akibat dari penyambungan kabel serat optik pada PT. Telkom divisi Infratel *Area Network* Riau Daratan Ruas Rengat – Kemuning Tua.

1.5 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penulisan skripsi ini sebagai berikut :

1. Studi pustaka, yaitu melalui buku acuan atau *textbook*, *data sheet*, artikel *hardcopy* maupun *softcopy* dan internet.
2. Metode konsultasi, yaitu dengan mengajukan pertanyaan langsung pada pembimbing, staf dan karyawan di PT. Telkom divisi Infratel *Area Network* Riau Daratan.

1.6 Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

Penjelasan mengenai latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Pada bab ini berisi mengenai sejarah kabel serat optik, struktur kabel serat optik, jenis kabel serat optik, sistem komunikasi serat optik, atenuasi pada serat optik, *loss* serat optik dan alat ukur yang berupa OTDR.

BAB III PENYAMBUNGAN KABEL SERAT OPTIK

Pada bab ini berisi tentang bagaimana cara penyambungan kabel serat optik, serta peralatan yang digunakan.

BAB IV ANALISIS DATA

Bab ini berisi penjelasan analisis dampak penyambungan kabel serat optik dari data yang diperoleh.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisi kesimpulan dari hasil analisis serta saran yang diberikan berkaitan dengan hasil analisis.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Pendahuluan

Pada 30 tahun belakangan ini, telah dikembangkan sebuah teknologi baru yang menawarkan kecepatan data yang lebih besar sepanjang jarak yang lebih jauh dengan harga yang lebih mahal daripada sistem kawat tembaga. Teknologi baru ini adalah serat optik, serat optik menggunakan cahaya untuk mengirimkan informasi (data). Cahaya yang membawa informasi dapat dipandu melalui serat optik berdasarkan fenomena fisika yang disebut *total internal reflection* (pemantulan sempurna). Secara tinjauan cahaya sebagai gelombang elektromagnetik, informasi dibawa sebagai kumpulan gelombang-gelombang elektromagnetik terpandu yang disebut *mode*. Serat optik terbagi menjadi 2 tipe yaitu *single mode* dan *multi mode*. Secara umum sistem komunikasi serat optik terdiri atas : *transmitter*, serat optik sebagai saluran informasi dan *receiver*. Pada *transmitter* terdapat *modulator*, *carrier source* dan *channel coupler*, pada saluran informasi serat optik terdapat *repeater* dan sambungan sedangkan pada receiver terdapat *photodetector*, *amplifier* dan *data processing*. Sebagai sumber cahaya untuk sistem komunikasi serat optik digunakan LED atau *laser diode (LD)* (Palais, 2005).

2.2 Sejarah perkembangan teknologi serat optik

Pada tahun 1880 Alexander Graham Bell menciptakan sebuah sistem komunikasi cahaya yang disebut *photo-phone* dengan menggunakan cahaya matahari yang dipantulkan dari sebuah cermin suara-termodulasi tipis untuk membawa percakapan, pada penerima cahaya matahari termodulasi mengenai sebuah foto-konduktif sel-selenium, yang mengubahnya menjadi arus listrik, sebuah penerima telepon melengkapi sistem. *Photo-phone* tidak pernah mencapai sukses komersial, walaupun sistem tersebut bekerja cukup baik (Palais, 2005).

Terobosan besar yang membawa pada teknologi komunikasi serat optik dengan kapasitas tinggi adalah penemuan laser pada tahun 1960, namun pada tahun tersebut kunci utama di dalam sistem serat praktis belum ditemukan yaitu serat yang efisien. Baru pada tahun 1970 serat dengan *loss* yang rendah dikembangkan dan komunikasi serat optik menjadi praktis. Serat optik yang digunakan berbentuk silinder seperti kawat pada umumnya, terdiri dari inti serat (*core*) yang dibungkus oleh kulit (*cladding*) dan keduanya dilindungi oleh jaket pelindung (*buffer coating*). Ini terjadi hanya 100 tahun setelah John Tyndall, seorang fisikawan Inggris, mendemonstrasikan kepada *Royal Society* bahwa cahaya dapat dipandu sepanjang kurva aliran air. Dipandunya cahaya oleh sebuah serat optik dan oleh aliran air adalah peristiwa dari fenomena yang sama yaitu *total internal reflection* (Palais, 2005).

Teknologi serat optik selalu berhadapan dengan masalah bagaimana caranya agar lebih banyak informasi yang dapat dibawa, lebih cepat dan lebih jauh penyampaianannya dengan tingkat kesalahan yang sekecil-kecilnya. Informasi yang dibawa berupa sinyal digital dan kapasitas transmisi diukur dalam 1 Gb.km/s yang artinya 1 milyar bit dapat disampaikan tiap detik melalui jarak 1 km (Palais, 2005).

Beberapa tahap sejarah perkembangan teknologi serat optik yakni, pada generasi pertama tahun 1970. Dimana, sistem masih sederhana dan menjadi dasar bagi sistem berikutnya yang terdiri dari encoding yakni, mengubah input (misal suara) menjadi sinyal listrik, transmitter mengubah sinyal listrik menjadi gelombang cahaya termodulasi, berupa LED dengan panjang gelombang 0,87 μm , serat silika sebagai pengantar gelombang cahaya, *repeater* sebagai penguat gelombang cahaya yang melemah di jalan, *receiver* mengubah gelombang cahaya termodulasi menjadi sinyal listrik, berupa foto-detektor dan *decoding* mengubah sinyal listrik menjadi output (misal suara). *Repeater* bekerja dengan merubah gelombang cahaya menjadi sinyal listrik kemudian diperkuat secara elektronik dan diubah kembali menjadi gelombang cahaya. Pada tahun 1978 dapat mencapai kapasitas transmisi 10 Gb.km/s (Palais, 2005).

Generasi Ke- Dua (mulai tahun 1981) dimana, untuk mengurangi efek disperse ukuran inti serat diperkecil. Indeks bias kulit dibuat sedekat-dekatnya dengan indeks bias inti, menggunakan diode laser, panjang gelombang yang dipancarkan 1,3 μm dan kapasitas transmisi menjadi 100 Gb.km/s (Palais, 2005).

Generasi Ke- Tiga (mulai tahun 1982) dimana, penyempurnaan pembuatan serat silica, pembuatan chip diode laser berpanjang gelombang 1,55 μm , kemurniaan bahan silika ditingkatkan sehingga transparansinya dapat dibuat untuk panjang gelombang sekitar 1,2 μm sampai 1,6 μm dan kapasitas transmisi menjadi beberapa ratus Gb.km/s (Palais, 2005).

Generasi Ke- Empat (mulai tahun 1984), dimulainya riset dan pengembangan sistem koheren, modulasinya bukan modulasi intensitas melainkan modulasi frekuensi, sehingga sinyal yang sudah lemah intensitasnya masih dapat dideteksi, maka jarak yang dapat ditempuh, juga kapasitas transmisinya, ikut membesar. Pada tahun 1984 kapasitasnya sudah dapat menyamai kapasitas sistem deteksi langsung (modulasi intensitas). Terhambat perkembangannya karena teknologi piranti sumber dan deteksi modulasi frekuensi masih jauh tertinggal (Palais, 2005).

Generasi Ke- Lima (mulai tahun 1989) dimana, dikembangkan suatu penguat optik yang menggantikan fungsi *repeater* pada generasi-generasi sebelumnya. Pada awal pengembangannya kapasitas transmisi hanya dicapai 400 Gb.km/s tetapi setahun kemudian kapasitas transmisinya sudah menembus 50.000 Gb.km/s (Palais, 2005).

Generasi Ke- Enam pada tahun 1988 Linn F. Mollenauer mempelopori sistem komunikasi optik *soliton*. *Soliton* adalah pulsa gelombang yang terdiri dari banyak komponen panjang gelombang yang berbeda hanya sedikit dan juga bervariasi dalam intensitasnya. Panjang *soliton* hanya 10^{-12} detik dan dapat dibagi menjadi beberapa komponen yang saling berdekatan, sehingga sinyal-sinyal yang berupa *soliton* merupakan informasi yang terdiri dari beberapa saluran sekaligus

(*wavelength division multiplexing*). Eksprimen menunjukkan bahwa *soliton* minimal dapat membawa 5 saluran yang masing-masing membawa informasi dengan laju 5 Gb/s. Kapasitas transmisi yang telah diuji mencapai 35.000 Gb.km/s (Palais, 2005).

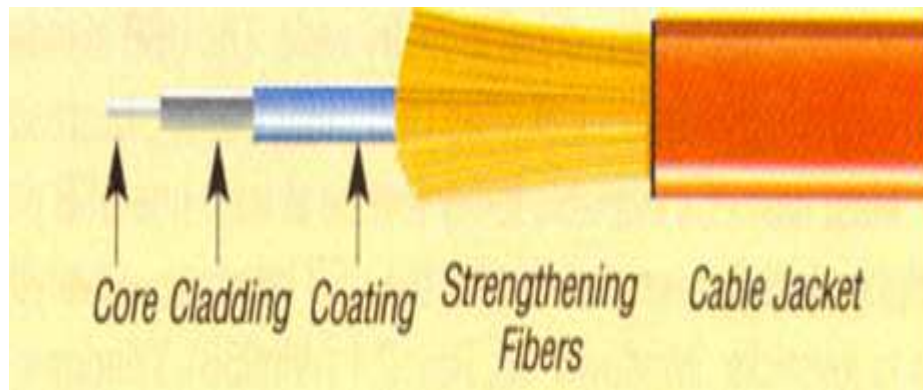
Cara kerja sistem *soliton* ini adalah efek Kerr, yaitu sinar-sinar yang panjang gelombangnya sama akan merambat dengan laju yang berbeda di dalam suatu bahan jika intensitasnya melebihi suatu harga batas. Efek ini kemudian digunakan untuk menetralsir efek dispersi, sehingga *soliton* tidak melebar pada waktu sampai di *receiver*. Hal ini sangat menguntungkan karena tingkat kesalahan yang ditimbulkannya amat kecil bahkan dapat diabaikan (Palais, 2005).

2.3 Struktur serat optik

Serat optik merupakan helaian optik murni yang sangat tipis (berdiameter sekitar 9×10^{-6} meter atau 9 mikron) dan dapat membawa data informasi digital untuk jarak yang jauh. Helaian tipis ini tersusun dalam bundelan yang dinamakan kabel serat optik dan berfungsi mentransmisikan (mengirim) cahaya, hampir tanpa kerugian. Artinya, cahaya yang berhasil dikirim dari suatu tempat ke tempat yang lain hanya mengalami kehilangan sinyal dalam jumlah yang sangat sedikit (Nugraha, 2006).

Serat optik membentuk kabel yang sedemikian halus hingga ketebalan mencapai 1 mm untuk dua puluh helai serat. Serat ini ringan dan kapasitas kanalnya sangat besar. Dalam kawat bergaris tengah 1 cm dapat disalurkan 10.000 kanal telepon. Sinyal listrik dari *transmitter* digunakan untuk memodulasi berkas laser yang kemudian dikirimkan lewat kabel serat. Karena bukan penghantar listrik, kabel kebal terhadap gangguan *interferensi* listrik. Serat juga dapat dipakai untuk mengirimkan bayangan, dengan memberikan cahaya pada salah satu ujung kabel sementara pada ujung yang lain dihadapkan pada kamera. Kabel serat optik

juga dapat dibengkok-bengkokan tanpa membuat bayangan menjadi cacat (Nugraha, 2006).



Gambar 2.1. Bentuk fisik serat optik (anonim, 2005)

Bagian-bagian sebuah serat optik tunggal terdiri atas bagian inti/*core* (kaca tipis yang berada di tengah serat yang digunakan sebagai jalan cahaya), *cladding*/pembungkus (bagian optikal terluar yang mengelilingi inti yang berfungsi untuk memantulkan cahaya kembali ke inti), serta *coating*/jaket penyangga (jaket plastik yang melindungi serat dari temperatur dan kerusakan). Ratusan atau ribuan serat optik ini kemudian disusun dalam bundelan kabel. Bundel ini masih dilindungi oleh bagian terluar kabel yang disebut jaket (Nugraha, 2006).

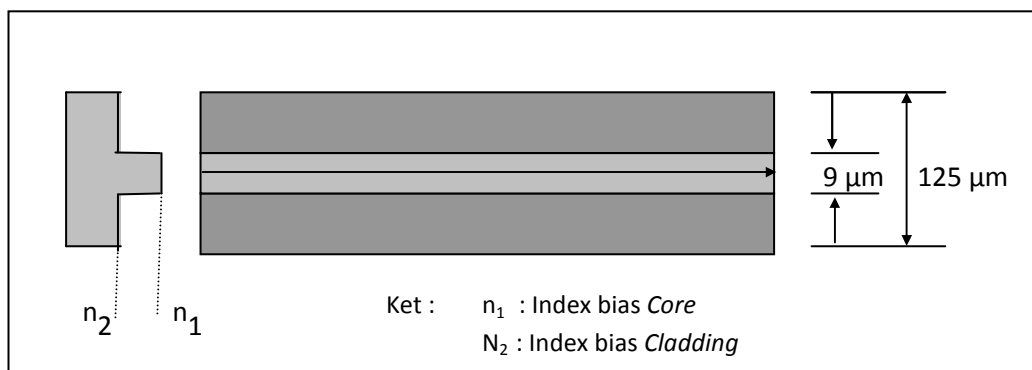
2.4 Jenis – jenis serat optik

Guna keperluan yang berbeda, serat optik dibuat dalam berbagai jenis yaitu :

1. *Single Mode*

Kabel serat optik jenis *single mode* memiliki ukuran inti yang sangat kecil ($9\ \mu\text{m}$), yang menyebabkan cahaya yang ditransmisikan hanya satu *mode* dan biasanya menempuh lintasan lurus dan memiliki redaman dan dispersi yang kecil. Karena serat optik yang digunakan berukuran sangat kecil, maka digunakan sumber cahaya yang diletakan sedekat mungkin dengan serat optik dan cahaya yang dipancarkan harus memiliki tingkat energi yang tinggi sehingga tidak hilang dengan terjadinya rugi-rugi daya sepanjang jalur transmisi (anonim, 2005).

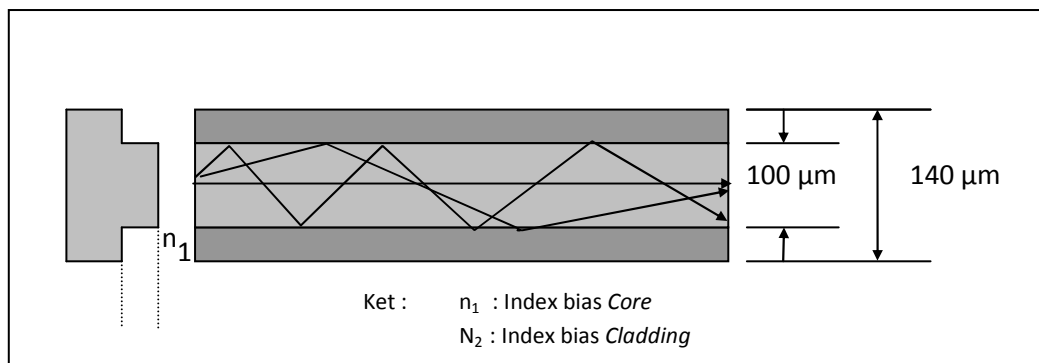
Kabel serat optik *single mode* ini digunakan untuk jarak jauh, kabel ini umumnya mengalami atenuasi setelah jarak 100 km.



Gambar 2.2 *Fiber single mode* (anonim, 2005)

2. *Step Index Multimode*

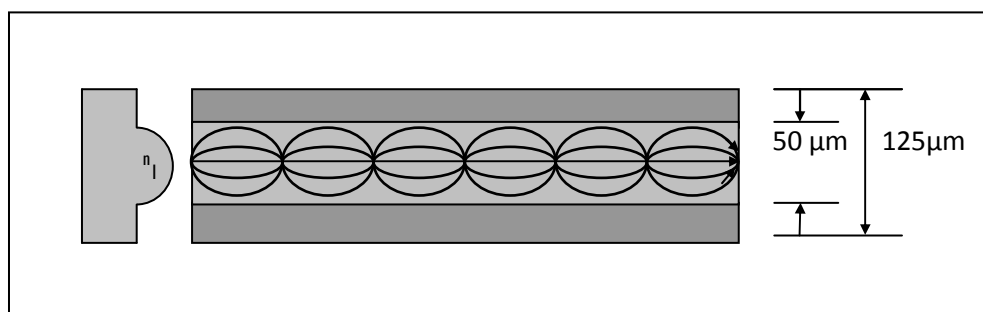
Inti serat kabel ini memiliki indeks bias lebih dari satu buah dan dapat menghantarkan cahaya dengan memantulkan pada bidang batas indeks yang berbeda. Memiliki dimensi inti yang besar dan memiliki tingkat dispersi yang tinggi dengan *bandwidth* yang rendah (anonim, 2005).



Gambar 2.3 *Step index multimode* (anonim, 2005)

3. *Graded Index Multimode*

Merupakan gabungan dari kedua jenis serat optik diatas. Ujung inti memiliki indeks bias yang berangsur-angsur mengecil ketika jarak semakin jauh dari sumbu inti (anonim, 2005)



Gambar 2.4. *Graded index multimode* (anonim, 2005)

Tabel 2.1 Perbandingan jenis *fiber optic* (anonim, 2005)

	<i>Single mode</i>	<i>Graded index multimode</i>	<i>Step index multimode</i>
Diameter inti (μm)	2 – 10	30 – 60	50 – 250
Diameter selubung (μm)	125	125 – 140	125 – 400
<i>Numerical Aperture</i>	0,08 – 0,15	0,2 – 0,3	0,16 – 0,5
Jenis Dispersi	<i>Material</i>	<i>Material</i>	<i>Material</i>
	<i>Waveguide</i>	<i>Waveguide</i>	<i>Waveguide</i>
	-	<i>Intermodal</i>	<i>Intermodal</i>
Proses Penyambungan	Sulit	Lebih Mudah	Mudah
Jumlah <i>Mode</i>	1 <i>mode</i>	> 1 <i>mode</i>	> 1 <i>mode</i>
Karakteristik Redaman	sangat kecil	> <i>single mode</i>	paling besar

Dalam serat optik cahaya merambat melalui sejumlah lintasan yang berbeda, lintasan cahaya yang berbeda – beda ini disebut *mode* dari suatu serat optik. Dimana ukuran diameter *core* menentukan jumlah *mode* dalam suatu serat optik, semakin kecil diameter *core* maka semakin sedikit *mode* dan sebaliknya.

Serat optik yang hanya satu *mode* saja disebut serat optik *single mode*, dimana serat optik *single mode* ini memiliki ukuran *core* yang lebih kecil. Sedangkan serat optik yang memiliki lebih dari satu *mode* disebut serat optik *multi mode* (anonim, 2005).

Tabel 2.2 Keuntungan dan kerugian dengan menggunakan serat optik (Kuswoyo, 2001)

Keuntungan dengan menggunakan serat optik	Kerugian dengan menggunakan serat optik
<ol style="list-style-type: none"> 1. Mempunyai lebar pita frekuensi (<i>Bandwidth</i>) yang lebar, sehingga jumlah informasi yang dibawa akan lebih banyak. 2. Dapat mentransmisikan sinyal digital dengan kecepatan data yang sangat tinggi dari beberapa Mbps (10^6 bit/s) sampai dengan Gbps (10^9 bit/s). 3. Kebal terhadap interferensi gelombang elektromagnetik (gangguan petir, transmisi RF dan sentakan elektromagnetik yang disebabkan ledakan benda. 4. Memiliki redaman yang sangat kecil dibandingkan kabel tembaga. 5. Serat optik memiliki ukuran fisik kabel yang relatif kecil. 6. Serat optik dibuat dari kaca / <i>silica</i>, sehingga tidak mengalirkan arus listrik. 7. Serat optik lebih tipis dari kabel tembaga maka kebanyakan serat optik dapat dibundel kedalam sebuah kabel dengan diameter tertentu maka beberapa jalur telepon dapat berada pada kabel yang sama. 8. Sinyal yang <i>loss</i> pada serat optik lebih kecil (kurang dari 1dB/km pada rentang panjang gelombang yang lebar) dibandingkan kabel tembaga. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Serat optik tidak dapat menyalurkan energi listrik, sehingga <i>repeater</i> harus dicatu secara <i>remote</i> menggunakan kabel tembaga yang terpisah. 2. Intensitas energi yang dipancarkan pada sinar infra merah dan jika terkena retina mata dapat merusak mata. 3. Konstruksi serat optik cukup lemah / rapuh 4. Karakteristik transmisi dapat berubah bila terjadi tekanan yang berlebihan dari luar

2.5 Sistem komunikasi serat optik

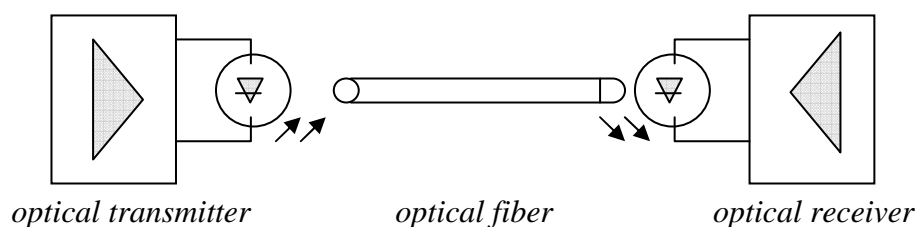
Sistem komunikasi adalah suatu sistem dimana memiliki kemampuan untuk menyampaikan suatu informasi yang utuh dan terus-menerus dari sumber (*source*) sampai ke tujuan (*destination*). Secara umum sistem komunikasi memiliki tiga bagian utama yaitu pemancar, media transmisi dan penerimanya (anonim, 2005).



Gambar 2.5 Sistem komunikasi secara umum (anonim, 2005)

Pemancar berguna untuk mengubah sinyal asli ke bentuk lain yang sesuai dengan media transmisi. Proses pengubahan ini disebut sebagai modulasi. Pada sistem komunikasi gelombang radio/mikro sinyal informasi dimodulasi dengan modulasi amplitude dan modulasi frekuensi (modulasi analog) maupun dengan modulasi digital (PSK, ASK atau FSK). Sinyal termodulasi ini barulah dapat dikirimkan melalui media transmisi menggunakan antena pemancar yang kemudian diterima pada sebuah penerima yang akan mendemodulasi sinyal tersebut menjadi sinyal aslinya (anonim, 2005).

Sistem komunikasi serat optik terdiri atas beberapa bagian yang dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 2.6 Sistem komunikasi serat optik (anonim, 2005)

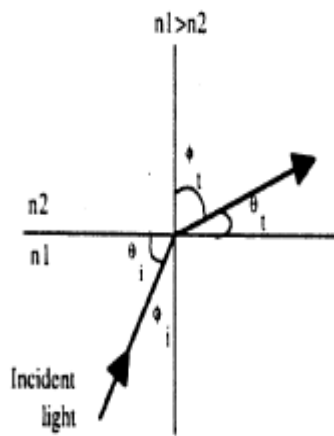
Untuk komunikasi serat optik, sinyal informasi yang telah dimodulasi dan masih berupa sinyal listrik ini diubah menjadi pulsa-pulsa cahaya menggunakan sebuah transduser, dioda laser atau dioda pemancar cahaya (LED) merupakan dua komponen yang sering dipakai sebagai transduser optik. Dengan dasar pemantulan sempurna pada kaca, maka sinyal elektrik yang telah diubah menjadi pulsa-pulsa cahaya ini dilewatkan pada sebuah serat optik sebagai media transmisi, pulsa - pulsa cahaya ini merambat sampai ujung serat optik, lalu pada penerimanya sebuah detektor cahaya dipasang untuk mendeteksi pulsa-pulsa cahaya yang datang, mulai bekerja mendemodulasikan pulsa-pulsa cahaya menjadi sinyal aslinya (anonim, 2005).

2.6 Sistem komunikasi serat optik ruas Rengat-Kemuning Tua

Sistem komunikasi serat optik Rengat-Kemuning Tua merupakan bagian dari jaringan transmisi *intercity* dalam kota Sumatra. Jenis kabel yang digunakan adalah serat optik *Direct buried cable* (yakni serat optik yang ditanam langsung). Pentransmisiannya membentangkan 12 *core* serat optik. Jarak transmisi Rengat-Kemuning Tua adalah 122,27 km. Kabel serat optik yang diaplikasikan pada transmisi ini adalah kabel *single mode* Tipe G-655 yang memiliki 12 *core*. Pada transmisi kabel serat optik Rengat-Kemuning Tua, dari 12 *core* yang terpasang, 4 *core* telah digunakan untuk aplikasi telekomunikasi.

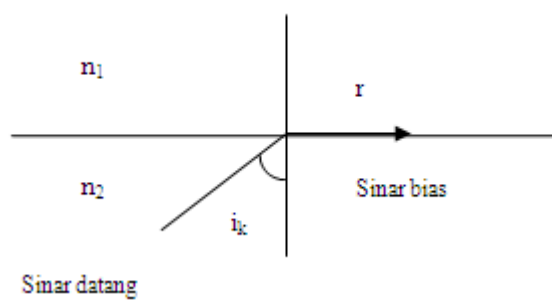
2.7 Perambatan cahaya pada serat optik

Perambatan cahaya pada serat optik memiliki perbedaan kecepatan sesuai dengan indeks bias yang dimiliki bahan yang dilalui cahaya tersebut. Pertama lihat bidang batas antara dua media yang berlainan indeks biasnya, misalnya air dan udara. Seberkas sinar datang dari bahan dengan indeks bias n_1 yang lebih tinggi daripada n_2 , pada Gambar 2.7 (anonim, 2005).



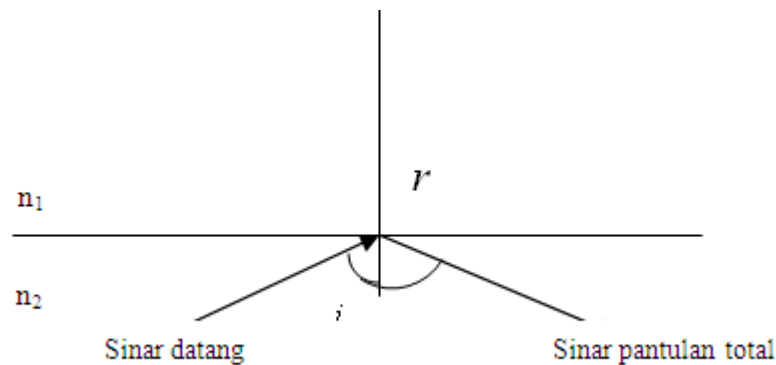
Gambar 2.7 Sinar datang dan sinar bias (anonim, 2005)

Sinar datang pada bidang batas antara dua media ($n_1 > n_2$). Pada bidang batas, sinar dibiaskan menjauhi normal sesuai dengan hukum Snellius. Sinus sudut datang $\sin i$ dibagi dengan sinus sudut bias $\sin r$ memiliki nilai yang konstan. Jika sudut datang i diperbesar, sinar bias semakin menjauhi normal (pada gambar 2.7). Ketika pada suatu saat sudut bias r mencapai 90° , sinar bias akan merambat sepanjang bidang batas, pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Pemantulan sudut kritis (anonim, 2005)

Jika sudut datang diperbesar terus melampaui i_k , sinar tidak lagi dibiaskan tetapi dipantulkan secara sempurna, yaitu dengan faktor refleksi. Gejala ini disebut pantulan total seperti terlihat pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9 Pemantulan total (anonim, 2005)

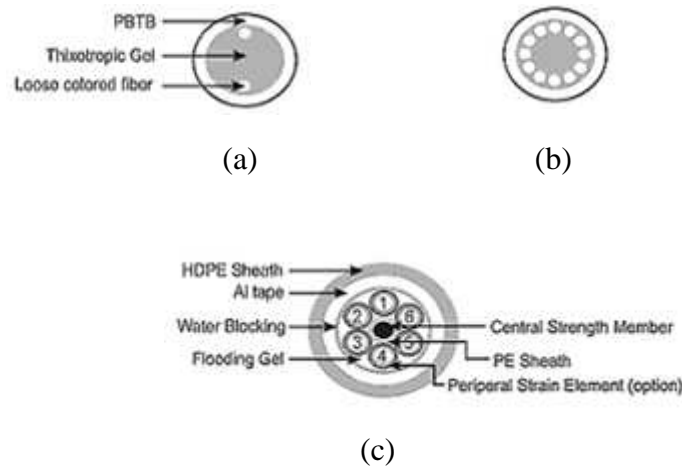
Prinsip di atas dapat digunakan untuk menyalurkan cahaya sepanjang serat optik. Di sepanjang batang serat optik terjadi pemantulan total yang berulang – ulang. Batang serat optik diselubungi oleh suatu bahan terbuat dari gelas yang indek biasanya lebih rendah dan umumnya berdiameter kurang lebih 125 μm sedangkan inti seratnya 50 μm . Selanjutnya untuk melindungi serat optik digunakan pembungkus lagi (anonim, 2005).

2.8 Jenis kabel serat optik

Kabel serat optik terdiri dari 2 jenis , yaitu:

1. Jenis Pipa Longgar (*Loose Tube*)

Serat optik ditempatkan di dalam pipa longgar (*loose tube*) yang terbuat dari bahan PBTP (*Polybutylene Terephthalate*) serta berisi *jelly*, dapat dilihat pada Gambar 2.10 (anonim, 2005).



Gambar 2.10 (a) 2 fiber per tube (b) 12 fiber per tube
(c) 6 tube per kabel (anonim, 2005)

Fungsi dan bagian-bagian kabel optik jenis *loose tube* (anonim, 2005) :

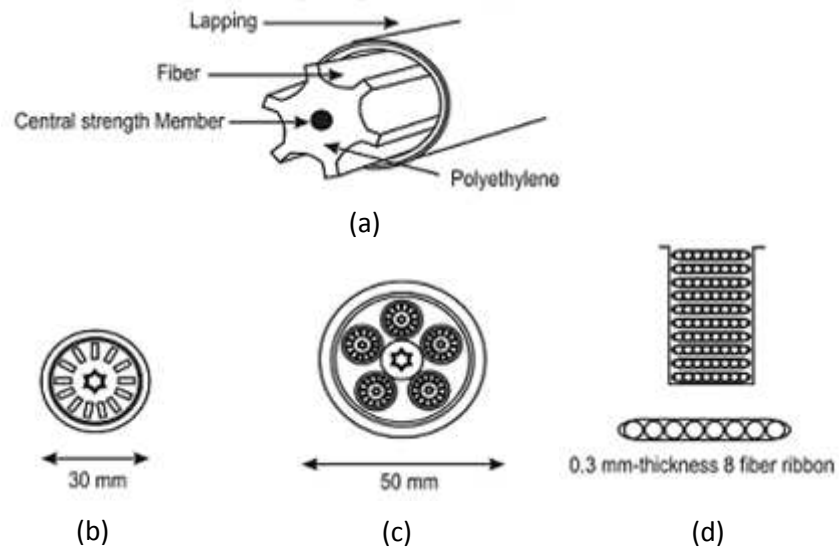
- a. *Loose tube*, berbentuk tabung longgar yang terbuat dari bahan PBTP (*Polybutylene Terephthalate*) yang berisi *thixotropic gel* dan serat optik ditempatkan di dalamnya. Konstruksi *loose tube* yang berbentuk longgar tersebut mempunyai tujuan agar serat optik dapat bebas bergerak, tidak langsung mengalami tekanan atau gesekan yang dapat merusak serat pada saat instalasi kabel optik. *Thixotropic gel* adalah bahan semacam jelly yang berfungsi melindungi serat dari pengaruh mekanis dan juga untuk menahan air. Sebuah *loose tube* dapat bersisi 2 sampai dengan 12 serat optik. Sebuah kabel serat optik dapat bersisi 6 sampai dengan 8 *loose tube*.
- b. *HDPE sheath* atau *High Density Polyethylene sheath* yaitu bahan sejenis *polyethylene* keras yang digunakan sebagai kulit kabel serat

optik berfungsi sebagai bantalan untuk melindungi serat optik dari pengaruh mekanis pada saat instalasi.

- c. *Alumunium tape* atau lapisan alumunium ditempatkan di antara kulit kabel dan *water blocking* berfungsi sebagai konduktivitas listrik dan melindungi kabel dari pengaruh mekanis.
- d. *Flooding gel* adalah bahan campuran *petroleum*, *synthetic* dan *silicon* yang mempunyai sifat anti air. *Flooding gel* merupakan bahan pengisi yang digunakan pada kabel serat optik agar kabel menjadi padat.
- e. *PE sheath* adalah bahan *polyethylene* yang menutupi bagian *central strength member*.
- f. *Central strength member* adalah bagian penguat yang terletak ditengah-tengah kabel optik. *Central strength member* dapat merupakan pilinan kawat baja, atau *solid steel core* atau *glass reinforced plastic*. *Central strength member* mempunyai kekuatan mekanis yang tinggi yang diperlukan pada saat instalasi.
- g. *Peripheral strain elements* terbuat dari bahan *polyramid* yang merupakan elemen pelengkap optik yang diperlukan untuk menambah kekuatan kabel optik. *Polyramid* mempunyai kekuatan tarik tinggi.

2. Jenis Alur (*Slot*)

Serat optik ditempatkan pada alur (*slot*) di dalam silinder yang terbuat dari bahan PE (*Polyethylene*), pada saat ini telah dibuat di Jepang kabel jenis slot dengan kapasitas 1000 serat dan 3000 serat (anonim, 2005).



Gambar 2.11 (a) kabel serat optik jenis *slot* (b) 1000 *fiber cable* (c) 3000 *fiber cable* (d) 10 *fiber ribbon in one slot* (anonim, 2005)

Fungsi-fungsi dan bagian-bagian kabel serat optik jenis *slot* (anonim, 2005) :

- Kulit kabel, terbuat dari bahan sejenis *polyethylene* keras, berfungsi sebagai bantalan untuk melindungi serat optik dari pengaruh mekanis saat instalasi.
- Aluran (*slot*) terbuat dari bahan *polyethylene* berfungsi untuk menempatkan sejumlah serat. Untuk kabel serat optik jenis slot dengan kapasitas 1000 serat diperlukan 13 aluran (*slot*) dan 1 *slot* berisi 10 *fiber ribbons*. 1 *fiber ribbon* berisi 8 serat.
- Central strength member* adalah bagian penguat yang terletak ditengah-tengah kabel optik. *Central strength member* terbuat dari pilinan kawat baja yang mempunyai kekuatan mekanis yang tinggi yang diperlukan pada saat instalasi.

2.9 Pelemahan (*Attenuation*)

Daya masukan yang diberikan pada sebuah serat optik akan mengalami pelemahan di sepanjang serat optik sehingga daya keluaran yang diterima lebih kecil daripada daya masukan. Atenuasi didefinisikan sebagai perbandingan antara daya keluaran dengan daya masukan pada serat optik (Crisp dan Elliott, 2006).

Secara umum, atenuasi pada serat optik disebabkan oleh (Nugraha, 2006) :

1. Kualitas serat optik

Adapun yang menyebabkannya adalah:

- Absorpsi materi, disebabkan zat kotoran (*impurity*) apapun yang masih tersisa akan menyerap sebagian dari energi cahaya yang merambat di dalam serat optik. Kontaminan yang menyebabkan efek paling serius adalah ion-ion hidroksil dan zat-zat logam.
- Hamburan Rayleigh, yakni efek terpencarnya cahaya akibat terjadinya perubahan kecil pada indeks bias bahan *core* dan bahan *cladding*.
- Pengaruh geometris serat optik, disebabkan oleh adanya tekanan dari luar dari serat optik.

2 Konektor

3 Penyambungan (*splicing*)

2.10 Penyambungan (*Splicing*)

Sambungan (*splice*) merupakan peralatan untuk menghubungkan satu kabel serat optik dengan yang lainnya secara permanen. *Splice* merupakan perlengkapan tetap yang menyambung konektor. Meskipun demikian beberapa penjual (*vendor*) menawarkan penyambungan yang dapat terhubung secara tidak permanen sehingga dapat diputus untuk perbaikan atau penyusunan kembali.

Istilah sambungan ini memang dapat membingungkan. Kabel serat optik mungkin mempunyai sambungan bersama untuk sejumlah alasan (Crisp dan Elliott, 2005).

Salah satunya adalah untuk mendapatkan sambungan panjang partikular. Penginstal jaringan kerja mungkin mempunyai penemuan inventaris beberapa kabel serat optik, tetapi tidak ada yang cukup panjang untuk memuaskan permintaan panjang sambungan. Hal ini terjadi karena pabrik kabel hanya menawarkan kabel dengan panjang terbatas, biasanya 4 km. Suatu hal yang menarik di dalam masalah kesesuaian tipe serat ini adalah bahwa arah rambatan cahaya akan menentukan besar-kecilnya rugi-rugi daya yang terjadi di titik sambung (Crisp dan Elliott, 2005) .

Ada dua teknik penyambungan, yaitu :

1. Penyambungan Mekanik (*Mechanical Splicing*)

Metode penyambungan dengan menggunakan alat *splicer* (penyambung mekanis) dengan tingkat akurasi yang tinggi. Adapun teknik penyambungannya yaitu : sebelum dilakukan penyambungan, *splicer* diisi cairan optik (*optical cement*) yang memiliki indeks bias mendekati indeks bias inti agar tidak ada celah udara yang terjadi setelah proses penyambungan, dan serat optik kemudian dimasukkan pada ujung-ujung *splicer* dan dijepit agar tidak mengalami pergeseran. *Splicer* kemudian disinari dengan ultraviolet untuk mengeringkan cairan optik (Nugraha, 2006).

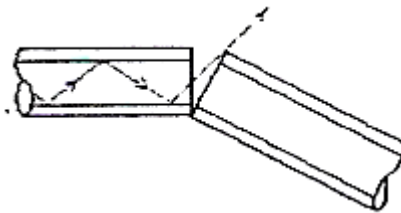
2. Penyambungan Fusi (*Fusion splicing*)

Metode penyambungan dengan menggunakan elektroda untuk melebur ujung dari masing-masing serat optik yang akan disambung. Salah satu teknik penyambungan fusi yang menghasilkan sambungan dengan kualitas yang baik adalah *Profile Alignment System* (PAS). PAS menggunakan mikroskop dan kamera TV untuk memantau serat optik yang akan disambung. Gambar yang dihasilkan kamera digunakan untuk memastikan kedua ujung serat optik sudah berada

pada sumbu yang sejajar, jika belum maka pengatur secara otomatis akan mengatur posisi kedua serat optik agar berada pada sumbu yang sejajar dan ujung-ujungnya saling berdekatan (Nugraha, 2006).

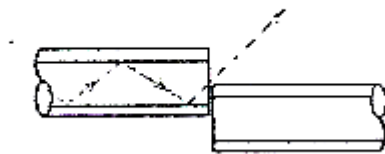
Atenuasi pada penyambungan fusi disebabkan oleh beberapa faktor berikut:

1. Pembentukan sudut di antara kedua serat yang akan disambung



Gambar 2.12. Atenuasi akibat pembentukan sudut di antara kedua serat (Nugraha, 2006)

2. Sumbu inti kedua serat terletak pada posisi yang tidak sejajar



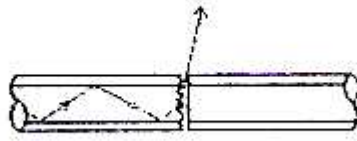
Gambar 2.13. Atenuasi akibat ketidaksejajaran sumbu inti (Nugraha, 2006)

3. Adanya jarak pemisah diantara ujung-ujung serat yang akan disambung



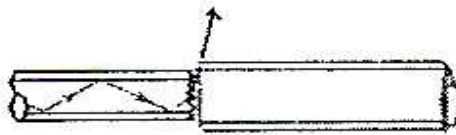
Gambar 2.14. Atenuasi akibat jarak antara kedua serat (Nugraha, 2006)

4. Pemotongan ujung serat optik yang tidak sempurna



Gambar 2.15 Atenuasi akibat ketidaksempurnaan pemotongan ujung serat (Nugraha, 2006)

5. Penggunaan serat dengan diameter inti yang berbeda



Gambar 2.16. Atenuasi akibat perbedaan diameter inti (Nugraha, 2006)

2.11 Rugi-rugi daya serat optik (*loss* serat optik)

Pada dasarnya, penyebab hilangnya energi cahaya pada serat optik ada dua, yaitu:

1. Absorpsi

Zat kotoran (*impurity*) apapun yang masih tersisa di dalam bahan inti akan menyerap sebagian dari energi cahaya yang merambat di dalam serat optik. Kontaminan yang menimbulkan efek paling serius adalah ion-ion hidroksil dan zat-zat logam (Cyrisp dan Elliott, 2005).

Ion-ion hidroksil sebenarnya adalah wujud lain dari air yang akan menyerap secara besar-besaran energi gelombang dengan panjang 1380 nm. Demikian pula zat-zat logam akan menyerap energi gelombang dengan berbagai nilai panjang tertentu (Cyrisp dan Elliott, 2005).

2. Pencaran *Rayleigh*

Pencaran *Rayleigh* (*Rayleigh scatter*) adalah efek terpencarnya cahaya akibat terjadinya perubahan kecil yang bersifat lokal pada indeks bias bahan inti dan bahan mantel. Dikatakan bersifat lokal, karena perubahan itu hanya terjadi di lokasi-lokasi tertentu saja di dalam bahan, dan ukuran daerah yang terkena pengaruh perubahan ini sangat kecil (Cyrisp dan Elliott, 2005).

2.12 OTDR (*Optical time domain reflectometer*)

OTDR adalah alat ukur kabel serat optik yang paling vital dalam instalasi maupun pemeliharaan jaringan kabel serat optik. Pengukuran atenuasi dapat dilakukan dengan menggunakan OTDR. Keuntungan menggunakan OTDR yaitu cara penggunaannya yang mudah, hanya memerlukan akses ke salah satu ujung serat optik untuk melakukan pengukuran (Kuswoyo, 2001).

OTDR berfungsi untuk menentukan panjang kabel serat optik, jarak lokasi dan kemampuannya mengukur dalam rentang yang cukup jauh, menggambarkan semua jenis kerusakan yang terjadi sepanjang kabel serat optik berdasarkan pada jenis kejadian, mengukur redaman total kabel serat optik dan mengukur panjang kabel serat optik (Kuswoyo, 2001).



Gambar 2.17 OTDR (*Optical Time Domain Reflectometer*) (anonim, 2005)

BAB III

PENYAMBUNGAN KABEL SERAT OPTIK

Penyambungan serat optik atau yang sering disebut dengan *splicing* serat optik dilakukan pada saat serat optik putus yang dikarenakan oleh faktor dari luar seperti terkena senar layangan, cangkul, jangkar, dan lain-lain atau untuk menghubungkan ujung serat optik pada saat instalasi dengan jarak yang jauh. Dengan melakukan *splicing* ini akan dapat mengurangi redaman. Hal ini disebabkan bila menggunakan konektor biasa untuk menghubungkan kedua ujung serat optik, maka akan didapatkan redaman yang lebih besar daripada melakukan teknik *splicing*.

3.1 Peralatan dan bahan yang digunakan

Dalam melakukan penyambungan serat optik dibutuhkan peralatan dan bahan yang digunakan. Adapun peralatan dan bahan yang digunakan adalah :

1. *Splicer*



Gambar 3.1 *Splicer*

2. Pemotong *tube*



Gambar 3.2 Pemotong *tube*

3. *Cutter*



Gambar 3.3 *Cutter*

4. Tang logam



Gambar 3.4 Tang logam

5. Tang pengupas serat



Gambar 3.5 Tang pengupas serat

6. Pemotong serat (*cleaver*)



Gambar 3.6 Pemotong serat (*cleaver*)

7. Kain bersih
8. Alkohol
9. *Tissue*
10. Selotip
11. Spidol
12. Meteran
13. *Thinner*
14. Pelindung serat



Gambar 3.7 Pelindung serat

3.2 Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam *Splicing* serat optik

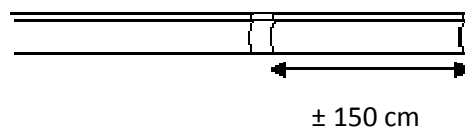
Dalam melakukan *splicing* ada hal-hal yang harus diperhatikan agar *splicing* bisa berhasil dan juga untuk keselamatan kerja. Sebelum melakukan *splicing* semua peralatan dan bahan serta tangan harus sebersih mungkin sebab adanya kotoran pada serat optik dapat menyumbang redaman pada serat, tangan selalu diletakkan di belakang *cutter* ketika sedang melakukan pengupasan pelindung serat, tidak diperbolehkan menginjak *tube* karena akan merusak *core* yang ada di dalamnya sehingga bisa menyebabkan *core* pecah atau retak, cairan alkohol dijauhkan dari mata sebab cairan alkohol bisa menguap ke udara, menggulung *core* dengan diameter yang sangat kecil akan membuat *core* putus, sisa potongan *core* dibuang pada tempatnya, karena jika membuang *core* sembarangan dan menembus kulit dikuatirkan bisa masuk ke aliran darah dan mengganggu kesehatan, selalu diperhatikan perlindungan pada kaset agar air tidak

dapat masuk ke dalam kaset dan bisa merusak serat tersebut dan mengikuti prosedur atau langkah-langkah yang ada.

3.3 Langkah – langkah Instalasi.

Telkom Divisi Infratel menggunakan kabel serat optik jenis *single mode*. Berikut ini adalah prosedur atau langkah-langkah dalam melakukan instalasi penyambungan serat optik :

1. Mengukur kabel serat optik dengan menggunakan meteran sepanjang ± 150 cm (dalam keadaan baik) dari ujung kabel lalu menandai dengan isolasi atau spidol.



Gambar 3.8 Panjang kabel yang dikupas

2. Setelah itu mengupas pelindung *tube* yang berwarna hitam sepanjang batas tersebut. Adapun langkah-langkah untuk membuka pelindung *tube* tersebut adalah
 - a. Sebaiknya dilakukan secara sedikit demi sedikit sepanjang 25 cm dengan cara digergaji dan tidak diperbolehkan terlalu dalam karena akan mengenai *tube*.
 - b. Mematahkan sedikit dan memutar pada bekas gergaji dan sudut patah tidak boleh 30° agar *tube* tidak ikut patah.
 - c. Kemudian menarik sehingga yang terlihat hanya benang pelindung dan mengupas benang tersebut dengan *cutter* sehingga yang terlihat hanya *tube* yang dilapisi *jelly*.



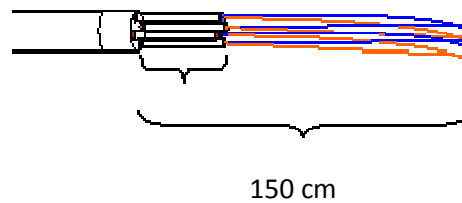
Gambar 3.9 Mengupas pelindung *tube*

3. Membersihkan *tube* dari *jelly* dengan kain yang sudah dibasahi dengan *thinner* sampai bersih.



Gambar 3.10 Membersihkan *tube* dari *jelly*

4. Mengukur *tube* tersebut dari batas isolasi sepanjang ± 50 cm, memberi tanda dengan spidol. Lalu mengupas *tube* pada batas tersebut dengan menggunakan pemotong *tube* dan sebaiknya dilakukan sedikit demi sedikit sepanjang 25 cm dengan cara memutar pemotong *tube* searah jarum jam sebanyak 2 kali lalu dipatahkan dan tidak lebih dari 30° agar serat optik tidak ikut patah, lalu menarik *tube* sehingga yang terlihat hanya serat optik saja yang dilindungi oleh *jelly*. Melakukan berulang-ulang sampai sepanjang ± 100 cm dari ujung *tube*.



Gambar 3.11 Panjang *tube* yang dikupas

5. Membersihkan *core* tersebut dari *jelly* dengan kain yang sudah dibasahi dengan *thinner* sampai bersih.



Gambar 3.12 Membersihkan *core* dari *jelly*

3.4 Langkah – langkah *splicing*

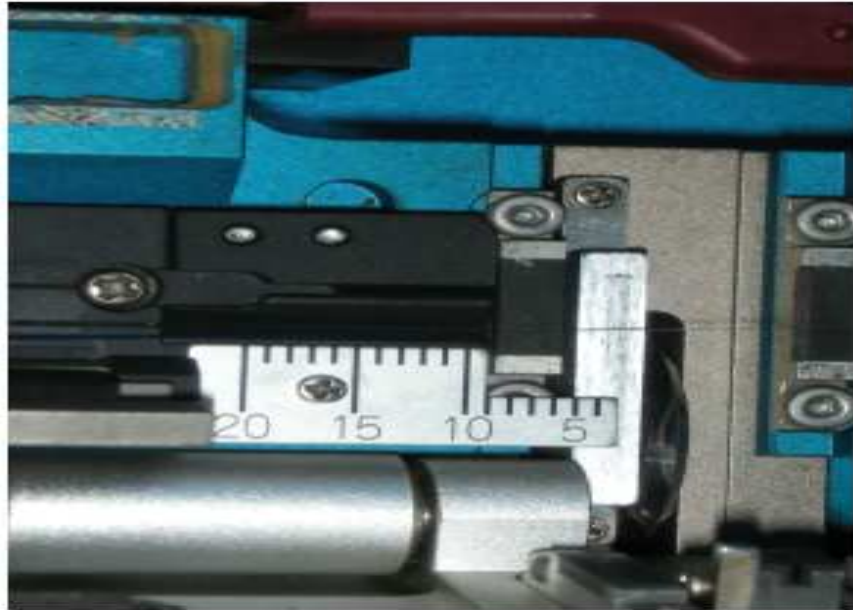
Adapun langkah – langkah *splicing* adalah sebagai berikut :

1. Terlebih dahulu memasukkan plastik khusus untuk melindungi bagian *core* yang telah disambung satu persatu.



Gambar 3.13 Memasukkan plastik khusus untuk melindungi bagian *core*

2. Mengupas *core* dari jaketnya menggunakan tang pengupas dengan cara memposisikan tang agak miring, ditahan lalu ditarik ke ujung *core* secara perlahan.
3. Setelah terkupas, membersihkan *core* dengan *tissue* yang sudah dibasahi dengan alkohol.
4. Kemudian *core* dimasukkan ke dalam pemotong *core* (*fiber cleaver*). Pada saat memotong, pisau harus dijalankan dengan kecepatan yang sesuai dan konstan.



Gambar 3.14 Penempatan *core* yang akan dipotong pada *cleaver*

5. Setelah itu serat optik dimasukkan ke dalam *splicer* yang berfungsi menyambung *core* dengan teknik *fusion*.



Gambar 3.15 Peletakan serat optik pada *splicer*

6. Kemudian menekan tombol *set* maka secara otomatis *splicer* akan meleburkan kedua *core* dan menyambungkannya. Menunggu sampai layar menunjukkan estimasi redaman lalu menekan *reset* maka layar akan kembali ke tampilan awal.
7. Setelah itu mengeluarkan *core* tersebut lalu menggeser plastik khusus tadi ke sisi *core* yang telah mengalami proses *splice*. Kemudian memasukkan ke bagian *splicer* yang berfungsi untuk memanaskan plastik tersebut. Kemudian menunggu sampai *splicer* mengeluarkan bunyi lalu mengeluarkan plastik pelindung tersebut.



Gambar 3.16 Memanaskan plastik pelindung *core* yang telah disambung

8. Menggulung serat optik pada kaset dengan bentuk melingkar agar aman, tidak kotor dan tidak mengenai tanah.



Gambar 3.17 Penempatan serat optik pada kaset

3.5 Kualitas Penyambungan

Untuk mendapatkan kualitas penyambungan yang baik harus diperhatikan :

1. Kualitas kabel yang sesuai spesifikasi
2. Alat sambung yang baik.
3. Lingkungan harus bersih.
4. *Jointer* harus berpengalaman.

Dengan melakukan penyambungan secara *fusion*, diharapkan bisa memperoleh redaman yang sekecil mungkin.

BAB IV

ANALISIS DATA

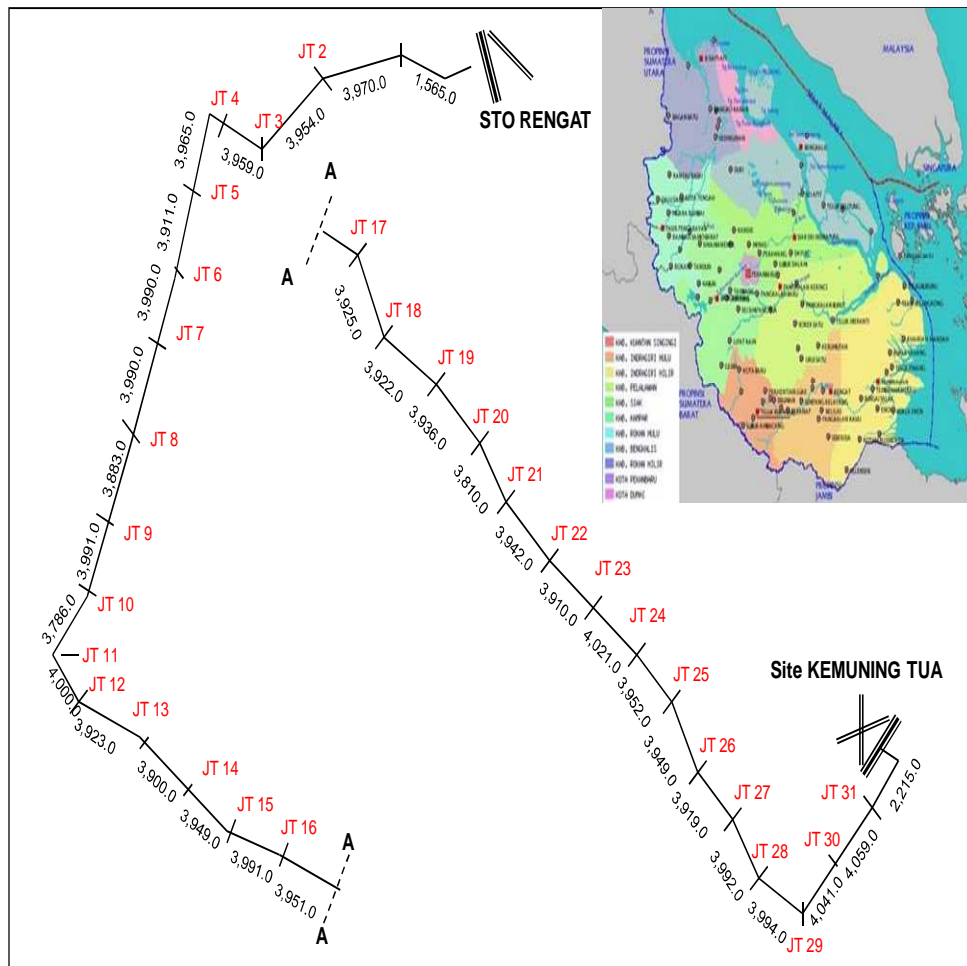
4.1 Jaringan transmisi Rengat – Kemuning tua

Transmisi serat optik Rengat-Kemuning Tua merupakan bagian dari jaringan transmisi *intercity* dalam kota Sumatra. Jenis kabel yang digunakan adalah serat optik *Direct buried cable* (yakni serat optik yang ditanam langsung). Pentransmisiannya membentangkan 12 *core* serat optik. Transmisi Rengat-Kemuning Tua adalah transmisi sepanjang 122,27 km. Sepanjang kabel transmisi ini terdapat 31 *join* (sambungan) dengan rata-rata jarak per *joint* kurang dari 4 km.

Kabel serat optik yang diaplikasikan pada transmisi ini adalah kabel *single mode* Tipe G-655 yang memiliki 12 *core*. Pada transmisi kabel serat optik Rengat-Kemuning Tua, dari 12 *core* yang terpasang, 4 *core* telah digunakan untuk aplikasi telekomunikasi.

4.2 Hasil perhitungan kabel serat optik pada saat awal bangun.

Kabel optik yang digunakan Ruas Rengat – Kemuning Tua adalah tipe G-655. Dimana kabel ini memiliki redaman per kilometernya sebesar 0,23 dB/km yang telah ditetapkan oleh pabrik. Jarak transmisi Rengat – Kemuning Tua sepanjang 122,27 Km, sedangkan kabel optik yang tersedia dari pabrik hanya ± 4 Km, maka untuk mendapatkan kabel optik sepanjang 122,27 km dilakukan penyambungan. Maka, Dari Rengat – Kemuning tua ini didapati sambungan (*joint*) sebanyak 31 *joint*, seperti yang terlihat pada Gambar 4.1. Setiap *joint* memiliki redaman sebesar 0,15 dB, dan pada ujung serat optik terdapat konektor yang memiliki redaman 0,5 dB juga ketetapan dari pabrik pembuatan.



Gambar 4.1 Sambungan (*joint*) awal bangun serat optik Rengat-Kemuning tua

Tabel 4.1 Data awal bangun transmisi serat optik Rengat-Kemuning Tua

Sambungan (<i>Joint</i>)	Lokasi (m)	<i>Loss</i> (dB)
JT 1	1565	0.15
JT 2	5535	0.15
JT 3	9489	0.15
JT 4	13448	0.15
JT 5	17413	0.15
JT 6	21324	0.15
JT 7	25314	0.15
JT 8	29304	0.15
JT 9	33187	0.15
JT 10	37178	0.15
JT 11	40964	0.15
JT 12	44964	0.15
JT 13	48887	0.15
JT 14	52787	0.15
JT 15	56736	0.15
JT 16	60727	0.15
JT 17	64678	0.15
JT 18	68603	0.15
JT 19	72525	0.15
JT 20	76461	0.15
JT 21	80271	0.15
JT 22	84213	0.15
JT 23	88123	0.15
JT 24	92144	0.15
JT 25	96096	0.15
JT 26	100045	0.15
JT 27	103964	0.15
JT 28	107956	0.15
JT 29	111950	0.15
JT 30	115991	0.15
JT 31	120050	0.15
	122267	0.15

Penjumlahan *loss* sepanjang saluran transmisi serat optik ini diberikan oleh persamaan :

$$L = I_{pt} + I_{pr} + n_c.I_c + n_s.I_s + I.I_f$$

Jika I_{pt} dan I_{pr} mendekati 0, maka

$$L = n_c.I_c + n_s.I_s + I.I_f$$

dimana :

- L = Jumlah *Loss* (dB)
- I_{pt} = *loss* gerbang pertama (dB)
- I_{pr} = *loss* gerbang kedua (dB)
- n_c = Jumlah konektor yang digunakan
- I_c = *Loss* konektor (dB)
- n_s = Jumlah sambungan (*joint*)
- I_s = *Loss* sambungan (dB)
- I = Panjang serat (km)
- I_f = *loss* per kilometer (dB)

Dari persamaan di atas maka diperoleh *loss* total serat optik awal bangun adalah :

Table 4.2 Variabel *loss* total awal bangun

Keterangan	Variabel	Nilai
Jumlah konektor	n_c	2
<i>Loss</i> konektor	I_c	0,5 dB
Jumlah sambungan	n_s	31
<i>Loss</i> sambungan	I_s	0,15 dB
Panjang serat	I	122,27 km
<i>Loss</i> serat per kilometer	I_f	0,23 dB

Dari tabel 4.2 dan perhitungan pada lampiran didapatkan *loss* total awal bangun adalah

$$\begin{aligned} L &= n_c.I_c + n_s.I_s + I_{\text{If}} \\ &= 33,7721 \text{ dB} \end{aligned}$$

Adapun batasan *loss* serat optik supaya tetap beroperasi secara normal adalah 4 dB (Keisser, 2000), maka batas maksimum *loss* total serat optik adalah

$$\begin{aligned} L_{\text{max}} &= 33,7721 + 4 \\ &= 37,7721 \text{ dB} \end{aligned}$$

Jadi, jika *loss* total serat optik melebihi dari 37,7721 dB maka serat optik tidak bisa beroperasi secara normal.

4.3 Hasil pengukuran dan perhitungan kabel sambung

Setiap terjadi putus maka dilakukan penyambungan, dimana PT. Telkom melakukan penyambungan serat optik dengan teknik penyambungan *Fusi (Fusion Splicing)* yaitu metode penyambungan dengan menggunakan elektroda untuk melebur ujung dari masing-masing serat optik yang akan disambung.

Setiap penyambungan dilakukan, akan menghasilkan *loss*. *Loss* ini akan menambah *loss* total serat optik dari awal bangun. Semakin banyak terjadi putus maka semakin besar pula *loss* total dari serat optik, sehingga jika *loss* telah mencapai batas yang telah ditentukan, yakni sebesar 37,7721 dB, maka kabel serat optik tidak bisa beroperasi secara normal. Dengan kata lain, kabel tidak layak lagi dipakai dan harus diganti dengan yang baru.

4.3.1 Rata – Rata *loss* setiap penyambungan

Setiap kali penyambungan akan menimbulkan *loss* dan akan menambah *loss* total dari serat optik. Pada Tabel 4.2 didapatkan rata-rata *loss* setiap kali dilakukan penyambungan adalah :

$$\begin{aligned}\text{Rata-rata } \textit{loss} \text{ per penyambungan} &= \frac{0,215+0,229+0,165+0,19+0,19}{5} \\ &= 0,1978 \text{ dB}\end{aligned}$$

Jadi, rata-rata *loss* setiap penyambungan dilakukan = 0,1978 dB.

Setiap terjadi pada satu lokasi putus, akan terdapat 2 titik sambung dan penambahan panjang kabel yaitu 100 meter (0,1 km), dimana *loss* kabel perkilometranya adalah 0,23 dB, maka *loss* kabel akan bertambah $\frac{0,23}{10} = 0,023$ dB setiap kali penyambungan dilakukan.

Jadi setiap kali penyambungan akan menambah *loss* total sebesar

$$(0,1978 \cdot 2) \text{ dB} + 0,023 = 0,4186 \text{ dB}$$

Dimana, batasan *loss* serat optik supaya tetap beroperasi secara normal adalah 4 dB, sedangkan setiap melakukan penyambungan disatu lokasi putus akan menambah *loss* 0,4186 dB. Maka, serat optik boleh melakukan penyambungan sebanyak :

$$\frac{4}{0,4186} = 9,556$$

Jadi serat optik boleh melakukan penyambungan sebanyak 9 lokasi putus. Artinya, satu lokasi putus terdapat 2 titik sambung, sehingga jumlah titik sambung yang diperbolehkan sebanyak $9 \times 2 = 18$ titik sambung.

Tabel 4.3 Data setelah penyambungan

Sambungan (<i>Joint</i>)	Lokasi (m)	<i>Loss</i> (dB)	Keterangan
JT 1	1565	0.15	
JT 2	5535	0.15	
JT i	7331,42	0.215	Sambungan Setelah Putus
JT ii	9500,57	0.229	Sambungan Setelah Putus
JT 3	9489	0.15	
JT 4	13448	0.15	
JT 5	17413	0.15	
JT iii	18826,56	0.165	Sambungan Setelah Putus
JT 6	21324	0.15	
JT 7	25314	0.15	
JT 8	29304	0.15	
JT 9	33187	0.15	
JT 10	37178	0.15	
JT iv	39054,5	0.19	Sambungan Setelah Putus
JT 11	40964	0.15	
JT 12	44964	0.15	
JT 13	48887	0.15	
JT 14	52787	0.15	
JT 15	56736	0.15	
JT 16	60727	0.15	
JT 17	64678	0.15	
JT 18	68603	0.15	
JT 19	72525	0.15	
JT v	73505,43	0.19	Sambungan Setelah Putus
JT 20	76461	0.15	
JT 21	80271	0.15	
JT 22	84213	0.15	
JT 23	88123	0.15	
JT 24	92144	0.15	
JT 25	96096	0.15	
JT 26	100045	0.15	
JT 27	103964	0.15	
JT 28	107956	0.15	
JT 29	111950	0.15	
JT 30	115991	0.15	
JT 31	120050	0.15	
	122267	0.15	

4.3.2 Total *Loss* Penyambungan

Setelah terjadi putus, dilakukan penyambungan sehingga didapatkan *loss* pada penyambungan tersebut. Dimana setiap terjadi pada satu lokasi putus, maka akan terdapat 2 titik sambung dan penambahan panjang kabel sepanjang 100 meter. Dengan bertambah panjang kabel, juga akan menambah *loss*, karena setiap kabel optik memiliki redaman per kilometernya.

Adapun *loss* total (*L*) setelah dilakukan penyambungan

$$1. \text{ JT i} = 0,215 \text{ dB}$$

$$\begin{aligned} L &= n_c \cdot I_c + n_s \cdot I_s + I \cdot I_f \\ &= 34,22441 \text{ dB} \end{aligned}$$

Tabel 4.4 Variabel setelah penyambungan (JT i)

Keterangan	Variabel	Nilai
Jumlah konektor	n_c	2
<i>Loss</i> konektor	I_c	0,5 dB
Jumlah sambungan	n_s	2
<i>Loss</i> sambungan	I_s	0,215 dB
Panjang serat	I	122,367 km
<i>Loss</i> serat per kilometer	I_f	0,23 dB

Dari Tabel 4.4 dan perhitungan pada lampiran, didapatkan *loss* total setelah dilakukan penyambungan (JT i) dengan *loss* sambungan 0,215 dB adalah 34,22441 dB. Jadi, *loss* total bertambah setelah dilakukan penyambungan dari awal bangun. Dimana, *loss* total ini masih di bawah batasan *loss* yang telah ditetapkan.

2. JT ii = 0,229 dB

$$L = n_c \cdot I_c + n_s \cdot I_s + I \cdot I_f$$

$$= 34,70541 \text{ dB}$$

Tabel 4.5 Variabel setelah penyambungan (JT ii)

Keterangan	Variabel	Nilai
Jumlah konektor	n_c	2
<i>Loss</i> konektor	I_c	0,5 dB
Jumlah sambungan	n_s	2
<i>Loss</i> sambungan	I_s	0,229 dB
Panjang serat	I	122,467 km
<i>Loss</i> serat per kilometer	I_f	0,23 dB

Dari tabel di atas dan perhitungan pada lampiran, didapatkan *loss* total setelah dilakukan penyambungan (JT ii) dengan *loss* sambungan 0,229 dB adalah 34,70541 dB. Jadi, *loss* total juga bertambah setelah dilakukan penyambungan dari awal bangun. Dimana, *loss* total ini masih di bawah batasan *loss* yang telah ditetapkan dan kabel masih beroperasi secara normal.

$$3. \text{ JT iii} = 0,165 \text{ dB}$$

$$L = n_c \cdot I_c + n_s \cdot I_s + I \cdot I_f$$

$$= 35,05841 \text{ dB}$$

Tabel 4.6 Variabel setelah penyambungan (JT iii)

Keterangan	Variabel	Nilai
Jumlah konektor	n_c	2
<i>Loss</i> konektor	I_c	0,5 dB
Jumlah sambungan	n_s	2
<i>Loss</i> sambungan	I_s	0,165 dB
Panjang serat	I	122,567 km
<i>Loss</i> serat per kilometer	I_f	0,23 dB

Dari tabel di atas dan perhitungan pada lampiran, didapatkan *loss* total setelah dilakukan penyambungan (JT iii) dengan *loss* sambungan 0,165 dB adalah 35,05841 dB. Jadi, *loss* total juga bertambah setelah dilakukan penyambungan dari awal bangun. Dimana, *loss* total ini masih di bawah batasan *loss* yang telah ditetapkan, dan kabel masih bisa beroperasi secara normal.

$$4. \text{ JT iv} = 0,19 \text{ dB}$$

$$L = n_c \cdot I_c + n_s \cdot I_s + I \cdot I_f$$

$$= 35,46141 \text{ dB}$$

Tabel 4.7 Variabel setelah penyambungan (JT iv)

Keterangan	Variabel	Nilai
Jumlah konektor	nc	2
<i>Loss</i> konektor	Ic	0,5 dB
Jumlah sambungan	ns	2
<i>Loss</i> sambungan	Is	0,19 dB
Panjang serat	I	122,667 km
<i>Loss</i> serat per kilometer	If	0,23 dB

Dari tabel di atas dan perhitungan pada lampiran, didapatkan *loss* total setelah dilakukan penyambungan (JT iv) dengan *loss* sambungan 0,19 dB adalah 35,46141 dB. Jadi, *loss* total juga bertambah setelah dilakukan penyambungan dari awal bangun. Dimana, *loss* total ini masih di bawah batasan *loss* yang telah ditetapkan.

5. JT v = 0,19 dB

$$\begin{aligned}
 L &= nc.Ic + ns.Is + I.If \\
 &= 35,8641 \text{ dB}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.8 Variabel setelah penyambungan (JT v)

Keterangan	Variabel	Nilai
Jumlah konektor	nc	2
<i>Loss</i> konektor	Ic	0,5 dB
Jumlah sambungan	ns	2
<i>Loss</i> sambungan	Is	0,19 dB
Panjang serat	I	122,767 km
<i>Loss</i> serat per kilometer	If	0,23 dB

Dari Tabel 4.8 dan perhitungan pada lampiran, didapatkan *loss* total setelah dilakukan penyambungan (JT v) dengan *loss* sambungan 0,19 dB adalah 35,8641 dB. Jadi, *loss* total juga bertambah setelah dilakukan penyambungan dari awal bangun. Dimana, *loss* total ini masih di bawah batasan *loss* yang telah ditetapkan.

Adapun batasan *loss* total agar serat optik dapat beroperasi dengan normal adalah 37,7721 dB. Sehingga, jika *loss* total telah melebihi batasan yang telah ditentukan tersebut, maka serat optik tidak dapat beroperasi secara normal.

Gambar 4.2 Grafik *loss* serat optik

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang dilakukan dan laporan yang dibuat, dapat disimpulkan bahwa :

1. Batasan *loss* total serat optik adalah 37,7721 dB, sedangkan setelah terjadi beberapa kali putus dan dilakukan penyambungan, *loss* total serat optik masih berada di bawah batasan yang telah ditentukan yakni 35,8641 dB, sehingga kabel serat optik masih bisa beroperasi secara normal.
2. Jika *loss* total serat optik melewati batas yang telah ditentukan, maka serat optik tidak bisa beroperasi secara normal, sehingga sinyal yang ditransmisikan melalui serat optik tersebut tidak sampai pada penerima, dan kabel serat optik harus diganti.

5.2 Saran

Sebaiknya ada penelitian yang sama, tetapi menggunakan tipe kabel serat optik yang berbeda, yakni Tipe G.652, sedangkan pada penelitian ini menggunakan Tipe G.655.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim, “*Jawara-C*“, Telkom *Training Center*, 2005

Anonim, “*Konsep Dasar Kabel Serat Optik*“, Telkom *Training Center*, 2004

Crisp, John dan Elliott, Barry, “*Serat Optik*“, Erlangga, Jakarta, 2005

Kuswoyo, Henry “*Optimasi Jaringan Serat Optik dengan Dense Wavelength Division Multiplexing di PT. Caltex Pacific Indonesia*“, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Elektro, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta, 2001

Kusnadi, Donny Dwi, “*Optimalisasi Kerja Fiber Optik dengan Menerapkan Teknologi DWDM pada Backbone PT. Caltex Pasific Indonesia*“, Laporan Kerja Praktek, Jurusan Teknik Elektro, Universitas Brawijaya, Malang, 2003

Keisser, Gerd, “*Optical Cable Communication*“, third edition, McGraw Hill, New York, 2000

Rahman Nugraha, Andi, “*Serat Optik*“, Andi, Yogyakarta, 2006

Suhana dan Shoji, Shigeki, *Buku Pegangan Teknik Telekomunikasi*, Pradya Paramita, Jakarta, 2002

Usman, Uke Kurniawan, Teknik Penyambungan Kabel Serat Optik,
http://www.google.co.id/#hl=id&&sa=X&ei=87MLTNv0B8mfrAeJzr2_DQ&ved=0CBEQBSgA&q=uke+kurniawan+uSman+teknik+penyambungan+kabel+Serat+optik&spell=1&fp=6117ecc79034e3ef, 2008.
(diakses : 28 Maret 2010).

Palais, Joseph C, Pengenalan Sistim Komunikasi Serat Optik,
http://www.google.co.id/#hl=id&source=hp&q=serat+optik&aq=1&aqi=g10&aql=&oq=serat+&gs_rfai=&fp=a86637e519b879be, 2005
(diakses : 23 Maret 2010).